

ЛИТЕРАТУРА:

1. Справочник по электрическим машинам. В 2-х т. / Под общей ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т. 2. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 688 с.
2. Копылов И.П. Проектирование электрических машин. М.: Высшая школа, 2005.-767 с.

Научный руководитель: А.Е. Сидоров, к.т.н., доцент, КГЭУ.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОПРИВОД СУДОВОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПО СИСТЕМЕ ПЧ-АД

¹С.Ю. Корепанов, ²Н.А. Воронина
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, ¹группа 5АМ67

Электроприводом называется электромеханическая система, состоящая из электродвигательного, преобразовательного, передаточного и управляющего устройств, предназначенная для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением [1]. В наше время тенденции перехода к регулируемому приводу для вентиляторов стали очевидными.

Вентилятором называется механизм, предназначенный для перемещения воздуха или газов с повышением их давления. По конструкции и принципу действия вентиляторы разделяются на центробежные и осевые. Принцип их работы такой же, как у центробежных и осевых насосов. Центробежные вентиляторы выполняют обычно горизонтальными, а осевые – вертикальными [2, 3].

Вентиляторы являются механизмами с режимом длительной нагрузки с высокой длительностью работы в течение эксплуатации. Нагрузка на валу приводного двигателя нелинейно возрастающая, перегрузки могут наблюдаться. Вентиляторы имеют высокий момент инерции, который необходимо учитывать при расчете пусковых характеристик электроприводов [2]. Нужный диапазон регулирования скорости для вентиляторов, как правило, не превосходит 2:1. Более глубокое регулирование употребляется крайне редко.

Запуск вентилятора осуществляется как при разгруженной машине, т.е. при закрытом направляющем аппарате, так и при полностью открытом. В первом случае наибольший момент при пуске двигателя вентилятора, равен приблизительно 0,4 значения номинального момента, во втором – равен номинальному значению. При пуске мощных вентиляторов с большим диаметром рабочего колеса, как правило, необходимо ограничивать ускорения при пуске во избежание появления больших динамических напряжений в лопастях рабочего колеса.

Приведенным требованиям наиболее полно отвечает частотно-регулируемый асинхронный электропривод вентилятора [4, 5]. При этом обычно, можно ограничиться употреблением простых и дешевых систем частотного

регулирования. В данной работе проводились исследования электрооборудования и электропривода судового вентилятора.

На рисунке 1 показана конструкция котельного вентилятора, часто устанавливаемого на судах. Вентилятор состоит из корпуса 1, рабочего колеса 2 с лопатками (лопастями), приемного патрубка 3 и вала 4, вращающегося от электродвигателя 5. При вращении рабочего колеса воздух засасывается через приемный патрубок 3, направляется к периферии корпуса и далее в нагнетательный патрубок (выход воздуха показан стрелкой).

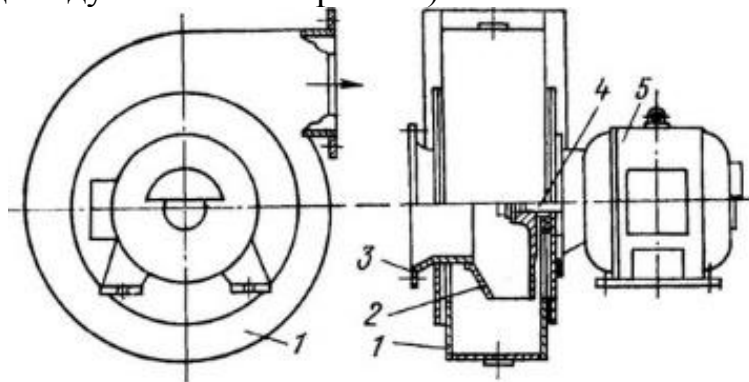


Рис. 1. Конструкция котельного вентилятора

В работе были рассчитаны следующие параметры [6]:

1. Мощность вентилятора:

$$P_B = \frac{Q \cdot H}{\eta_B} \cdot 10^{-3} = \frac{0,116 \cdot 9000}{0,75} \cdot 10^{-3} = 1,392 \text{ кВт}; Q = 420 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,116 \text{ м}^3/\text{с};$$

где P_B – мощность вентилятора, кВт; Q – производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$;

H – напор (давление), создаваемое вентилятором, Па; η_B – КПД вентилятора, о.е.;

2. Коэффициент запаса: $P_B = 1,392 \text{ кВт} \Rightarrow K_3 = 1,5$.

Табл. 1. Рекомендуемые $K_3 = F(P_B)$

P_B , кВт	до 1,0	1...2	2...5	более 5
K_3 , о.е.	2	1,5	1,25...1,3	1,1...1,15

3. Расчетная мощность электропривода вентилятора:

$$P_B = K_3 \cdot \frac{Q \cdot H}{\eta_B \cdot \eta_{\Pi}} \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot \frac{0,116 \cdot 9000}{0,75 \cdot 0,9} \cdot 10^{-3} = 2,32 \text{ кВт},$$

где Q – производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{ч}$; H – напор (давление), создаваемое вентилятором, Па; η_B – КПД вентилятора, о. е.; η_{Π} – КПД передачи механической (при ее наличии), о. е.; $\eta_{\Pi} = 0,88...0,92$

Для исследования режимов работы был выбран асинхронный двигатель с КЗ ротором типа АИР100S4 и преобразователь частоты Siemens модели Micro-master 420 (6SE6420-2AC23-0CA1).

Преобразователь частоты (ПЧ) – это устройство, которое состоит из выпрямителя (моста постоянного тока), который преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный, и инвертора (преобразователя) (иногда с ШИМ), который преобразует постоянный ток в переменный требуемых амплитуды и частоты [7, 8]. Использование системы ПЧ-АД позволяет получить зна-

чительный экономический эффект от экономии электроэнергии до 50%...60% за счет регулирования производительности, путем изменения частоты вращения электродвигателя в отличие от регулирования способом включения/отключения и т.п.; повышения качества вентиляции; увеличения объема и производительности оборудования; увеличения срока службы, вследствие улучшения динамики работы электропривода.

Так же были рассчитаны и выбраны основные силовые элементы регулируемого электропривода, выбрана аппаратура управления и защиты.

По данным расчётам на основе модели были построены переходные характеристики скорости и момента, а также динамическая механическая характеристика при прямом пуске АД без нагрузки и при «набросе» нагрузки, изображенные на рисунках 2, 3 соответственно.

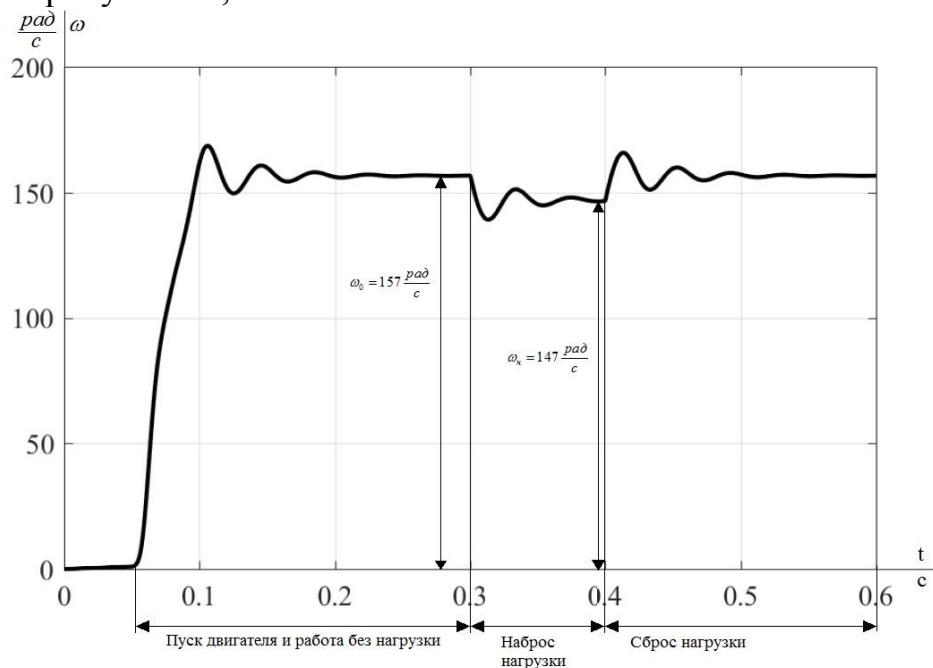


Рис. 2. Переходная характеристика $\omega=f(t)$ скорости ротора АД при пуске, «набросе», «сбросе» нагрузки

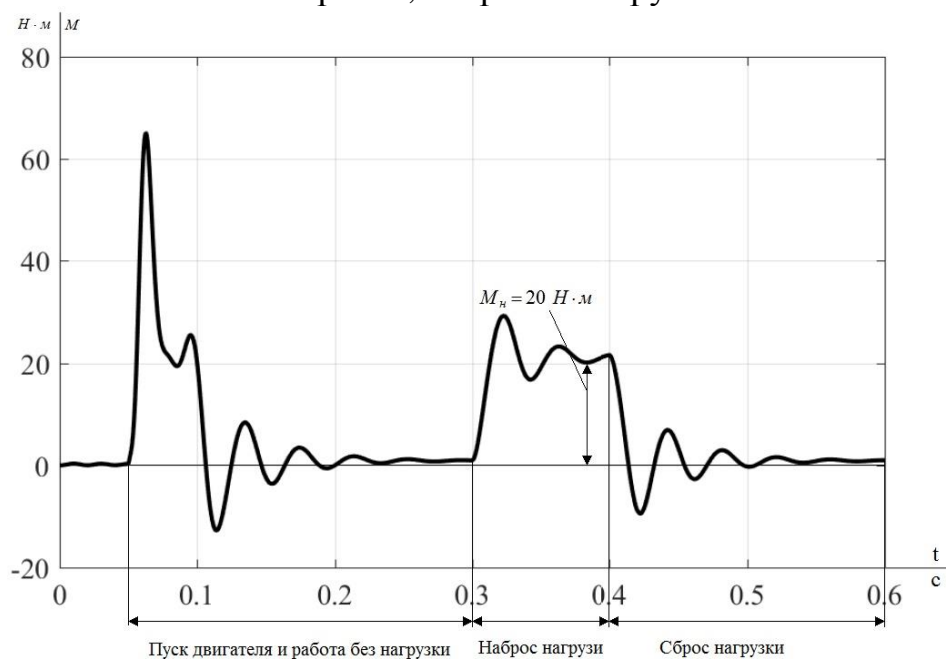


Рис. 3. Переходная характеристика $M=f(t)$ электромагнитного момента АД при пуске, «набросе», «сбросе» нагрузки

Как видно из графиков (рис. 2, 3) двигатель достигает номинальной скорости при соответствующей нагрузке и частоте питающей сети.

В процессе исследования был разработан электропривод судового вентилятора. Произведен расчет и выбор электродвигателя. Оценка динамических показателей и качества регулирования скорости перемещения производилось методом моделирования переходных процессов на ЭВМ. Результаты, полученные при моделировании, свидетельствуют о том, что спроектированный электропривод имеет хорошие динамические показатели и отвечает всем требованиям, предъявляемым судовым вентиляторами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дементьев Ю.Н., Чернышев А.Ю., Чернышев И.А. Электрический привод: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 224 с.
2. Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры: Справочник / Е.М. Росляков, Н.В. Коченков, И.В. Золотухин др., Под редакцией Е.М. Росляков – СПб.: Политехника, 2006. – 822 с.
3. Прохоров А. М. Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] // Вентилятор / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М. : Советская энциклопедия, 1969–1978.
4. Воронина Н.А. Анализ точности позиционирования двухфазного асинхронного двигателя в режиме прерывистого движения/ А.В. Аристов, Н. А. Воронина // Известия ТПУ – 2013. – Т. 322, № 4 : Энергетика. – С. 116-120.
5. L.A. Payuk, N.A. Voronina, O.V. Galtseva, “Energy Characteristics of Electric Drive of Oscillatory Motion at the Shock-Free Start”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 671, 2016, 012044, <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/671/1/012044>
6. Шеховцев В.П. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / В.П. Шеховцев. – М. : ФОРУМ, 2010. – 352 с.
7. Петрович В. П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В. П. Петрович, Н. А. Воронина, А. В. Глазачев; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 240 с.
8. Корепанов С.Ю.// Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи : материалы III российской молодежной научной школы-конференции / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ООО «СКАН», 2015. – 324 с.

Научный руководитель: Н.А. Воронина, к.т.н., ст. преподаватель каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ